


## BEST AVAILABLE COPY

## PERPENDICULAR MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND MAGNETIC RECORDER

**Patent number:** JP7334832  
**Publication date:** 1995-12-22  
**Inventor:** NAKAMURA ATSUSHI; others: 05  
**Applicant:** HITACHI LTD  
**Classification:**  
- **International:** G11B5/66; G11B5/02; G11B5/85  
- **European:**  
**Application number:** JP19940126081 19940608  
**Priority number(s):**

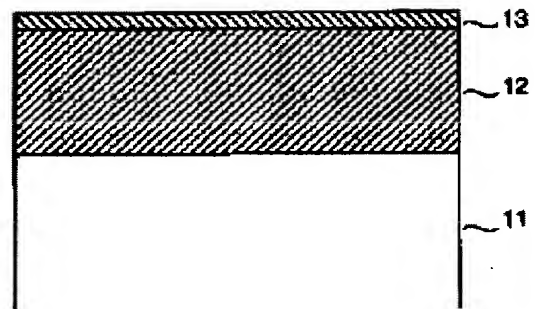
**Also published as:**

 US5738927 (A)

**Abstract of JP7334832**

**PURPOSE:** To obtain a perpendicular magnetic recording medium having remarkably improved orientation property of a perpendicularly magnetized film.

**CONSTITUTION:** A perpendicularly magnetized film 12 and a protective film 13 are formed on a single crystal substrate 11. A (0001) face single crystal of a material having a hexagonal crystal structure or a (111) face single crystal of a material having a cubic crystal structure is used as the substrate 11 and the perpendicularly magnetized film 12 is formed by epitaxial growth so that the axis of easy magnetization is made perpendicular to the surface of the substrate 11. The perpendicular orientation property and perpendicular magnetic anisotropy of the resultant perpendicular magnetic recording medium are improved and a high density perpendicular magnetic recording is enabled.



---

Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-334832

(43) 公開日 平成7年(1995)12月22日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

G 1 1 B 5/66  
5/02  
5/85

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 884I-5D  
Z 7303-5D

審査請求 未請求 請求項の数34 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平6-126081

(22) 出願日 平成6年(1994)6月8日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 中村 教

東京都国分寺市東荏ケ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 二本 正昭

東京都国分寺市東荏ケ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 平山 義幸

東京都国分寺市東荏ケ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 垂直磁気記録媒体及び磁気記録装置

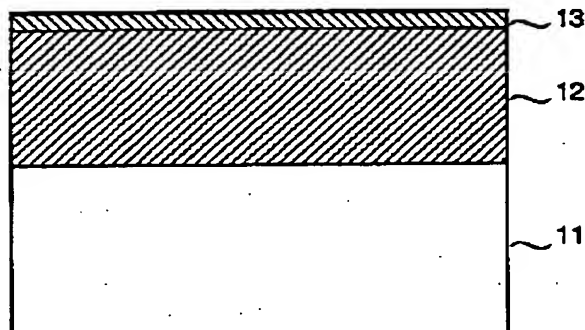
(57) 【要約】

【目的】 垂直磁化膜の配向性を著しく高めた垂直磁気記録媒体を提供する。

【構成】 単結晶基板11上に、垂直磁化膜12、保護膜13を形成する。基板として六方晶系の結晶構造をもつ材料の(0001)面、または立方晶系の結晶構造をもつ材料の(111)面の単結晶を用い、垂直磁化膜を、その磁化容易軸が基板面に垂直になるようにエピタキシャル成長させて形成する。

【効果】 垂直磁気記録媒体の垂直配向性、垂直磁気異方性が向上し、高密度の垂直磁気記録が可能になる。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】単結晶からなる基板と、該基板上に形成されたC<sub>60</sub>またはC<sub>70</sub>を主成分とする合金からなる垂直磁化膜と、該垂直磁化膜上に形成された保護膜とからなる垂直磁気記録媒体であって、前記垂直磁化膜が前記基板面に対して垂直な磁化容易軸をもつようにエピタキシャル成長していることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項2】請求項1に記載の垂直磁気記録媒体において、前記基板の表面は表面粗さR<sub>a</sub>の値が10nm以下の平坦度を有することを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項3】請求項1に記載の垂直磁気記録媒体において、前記垂直磁化膜の各結晶粒に共通な特定の第1の結晶軸が前記基板面に垂直な方向に揃い、かつ前記第1の結晶軸に垂直であり、前記第1の結晶軸とは異なり前記各結晶粒に共通な第2の結晶軸が、前記基板面内の一方に揃っていることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項4】請求項1に記載の垂直磁気記録媒体において、前記基板面内の最近接原子間距離（a（基板）とする）と、前記垂直磁化膜の前記基板面に平行な膜面内の最近接原子間距離（a（垂直磁化膜）とする）とが、

$$|a(\text{垂直磁化膜}) - a(\text{基板})| / a(\text{基板}) \geq 0.005$$

の関係を満足することを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項5】単結晶からなる基板と、該基板上に形成された下地膜と、該下地膜上に形成されたC<sub>60</sub>またはC<sub>70</sub>を主成分とする合金からなる垂直磁化膜と、該垂直磁化膜上に形成された保護膜とからなる垂直磁気記録媒体であって、前記下地膜が前記基板上に、前記垂直磁化膜が前記基板面に対して垂直な磁化容易軸をもつように前記下地膜上にエピタキシャル成長していることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項6】請求項5に記載の垂直磁気記録媒体において、前記基板の表面は表面粗さR<sub>a</sub>の値が10nm以下の平坦度を有することを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項7】請求項5に記載の垂直磁気記録媒体において、前記下地膜の各結晶粒に共通な特定の第1の結晶軸が前記基板面に垂直な方向に揃い、かつ前記第1の結晶軸に垂直であり、前記第1の結晶軸とは異なり前記下地膜の各結晶粒に共通な第2の結晶軸が前記基板面内の一方に揃い、かつ前記垂直磁化膜の各結晶粒に共通な特定の第3の結晶軸が前記基板面に垂直な方向に揃い、かつ前記第3の結晶軸に垂直であり、前記第3の結晶軸とは異なり前記垂直磁化膜の各結晶粒に共通な第4の結晶軸が前記基板面内の一方に揃っていることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項8】請求項5に記載の垂直磁気記録媒体において、前記基板面内の最近接原子間距離（a（基板）とする）と、前記下地膜の前記基板面に平行な膜面内の最近接原子間距離（a（下地膜）とする）とが、

$$|a(\text{下地膜}) - a(\text{基板})| / a(\text{基板}) \geq 0.005$$

の関係を満足することを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項9】請求項5に記載の垂直磁気記録媒体において、前記下地膜の前記基板面に平行な膜面内の最近接原子間距離（a（下地膜）とする）と、前記垂直磁化膜の前記基板面に平行な膜面内の最近接原子間距離（a（垂直磁化膜）とする）とが、

$$|a(\text{垂直磁化膜}) - a(\text{下地膜})| / a(\text{下地膜}) \leq 0.25$$

の関係を満足することを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項10】請求項5に記載の垂直磁気記録媒体において、前記下地膜の前記基板面に平行な膜面内の最近接原子間距離（a（下地膜）とする）と、前記垂直磁化膜の前記基板面に平行な膜面内の最近接原子間距離（a（垂直磁化膜）とする）とが、

$$|a(\text{垂直磁化膜}) - a(\text{下地膜})| / a(\text{下地膜}) \leq 0.15$$

の関係を満足することを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項11】請求項5に記載の垂直磁気記録媒体において、前記基板面内の最近接原子間距離（a（基板）とする）と、前記下地膜の前記基板面に平行な膜面内の最近接原子間距離（a（下地膜）とする）と、前記垂直磁化膜の前記基板面に平行な膜面内の最近接原子間距離（a（垂直磁化膜）とする）とが、

$$|a(\text{下地膜}) - a(\text{基板})| / a(\text{基板}) \geq 0.005$$

および

$$|a(\text{垂直磁化膜}) - a(\text{下地膜})| / a(\text{下地膜}) \leq 0.25$$

の関係を満足することを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項12】請求項5に記載の垂直磁気記録媒体において、前記基板面内の最近接原子間距離（a（基板）とする）と、前記下地膜の前記基板面に平行な膜面内の最近接原子間距離（a（下地膜）とする）と、前記垂直磁化膜の前記基板面に平行な膜面内の最近接原子間距離（a（垂直磁化膜）とする）とが、

$$|a(\text{下地膜}) - a(\text{基板})| / a(\text{基板}) \geq 0.005$$

および

$$|a(\text{垂直磁化膜}) - a(\text{下地膜})| / a(\text{下地膜}) \leq 0.15$$

の関係を満足することを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項13】請求項1から12のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体において、前記基板の結晶構造が六方晶系に属し（0001）面が前記基板面に平行であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項14】請求項1から12のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体において、前記基板は、結晶構造が六方晶系である、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BeO、ZnO、及びこれらの化合物のいずれかを主成分とする材料からな

る群から選ばれた一種の材料であり、その(0001)面が前記基板面に平行であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項15】請求項1から12のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体において、前記基板の結晶構造が立方晶系に属し(111)面が前記基板面に平行であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項16】請求項1から12のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体において、前記基板は、結晶構造が立方晶系である、 $MgO$ 、 $LiF$ 、 $SrTiO_3$ 、 $CaF_2$ 、 $BaF_2$ 、 $SiC$ 、 $Si$ 、 $Ge$ 、及びこれらの化合物のいずれかを主成分とする材料からなる群から選ばれた一種の材料であり、その(111)面が前記基板面に平行であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項17】請求項1から12のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体において、前記基板が軟磁性材料からなり、前記基板の結晶構造が六方晶系に属し(0001)面が前記基板面に平行であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項18】請求項1から12のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体において、前記基板が軟磁性材料からなり、前記基板の結晶構造が立方晶系に属し(111)面が前記基板面に平行であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項19】請求項1から12のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体において、 $n$ をゼロでない正の整数とし、金属元素を $M$ とするとき、前記基板が、 $MO \cdot Fe_nO_3$ の化学式で表わされるフェライトからなり、前記金属 $M$ は、 $Mn$ 、 $Fe$ 、 $Ni$ 、 $Zn$ 、 $Mg$ 、及びこれらの元素のうちの少なくとも二つ以上の元素の混合物、からなる群から選ばれた少なくとも一つの材料からなることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項20】請求項1から12のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体において、前記基板が、 $BaO \cdot 6Fe_nO_3$ の化学式で表わされるフェライトであることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項21】請求項5から12のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体において、前記下地膜は六方最密充填構造を有し、前記下地膜の配向方位が〔0001〕であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項22】請求項5から12のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体において、前記下地膜は六方最密充填構造を有する材料からなり、 $Co$ 、 $Hf$ 、 $Mg$ 、 $Os$ 、 $Ru$ 、 $Ti$ 、 $Zn$ 、 $Zr$ 、及びこれらの元素を主成分とする合金、からなる群より選ばれた少なくとも一種の材料で構成され、前記下地膜の配向方位が〔0001〕であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項23】請求項5から12のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体において、前記下地膜は面心立方構造を有し、前記下地膜の配向方位が<111>であることを

特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項24】請求項5から12のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体において、前記下地膜は面心立方構造を有する材料からなり、 $Ag$ 、 $Al$ 、 $Au$ 、 $Co$ 、 $Cu$ 、 $Ir$ 、 $Ni$ 、 $Pd$ 、 $Pt$ 、 $Rh$ 、及びこれらの元素を主成分とする合金、からなる群から選ばれた少なくとも一種の材料で構成され、前記下地膜の配向方位が<111>であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

10 【請求項25】請求項1から12のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体において、前記垂直磁化膜の結晶構造が六方最密充填構造であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項26】請求項1から12のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体において、前記垂直磁化膜の結晶構造が六方最密充填構造であり、前記垂直磁化膜の配向方位が〔0001〕であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

20 【請求項27】請求項1から12のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体において、前記基板の表面に微細な起伏を設けたことを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項28】請求項1から12のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体、該垂直磁気記録媒体を保持するための保持具、前記垂直磁気記録媒体に情報を記録、再生するための磁気ヘッド、該磁気ヘッドと前記垂直磁気記録媒体の相対位置を移動させるための移動手段、及びこれら各部を制御するための制御手段を有することを特徴とする磁気記録装置。

30 【請求項29】請求項28に記載の磁気記録装置において、情報を記録、再生するための前記磁気ヘッドが薄膜リングヘッドであることを特徴とする磁気記録装置。

【請求項30】請求項28に記載の磁気記録装置において、情報を記録するための前記磁気ヘッドが薄膜リングヘッドであり、情報を再生するための前記磁気ヘッドが磁気抵抗効果型ヘッドであることを特徴とする磁気記録装置。

【請求項31】請求項28に記載の磁気記録装置において、情報を記録、再生するための前記磁気ヘッドが単磁極ヘッドであることを特徴とする磁気記録装置。

40 【請求項32】請求項28に記載の磁気記録装置において、情報を記録するための前記磁気ヘッドが単磁極ヘッドであり、情報を再生するための前記磁気ヘッドが磁気抵抗効果型ヘッドであることを特徴とする磁気記録装置。

【請求項33】請求項28に記載の磁気記録装置において、前記垂直磁気記録媒体と、情報を記録、再生するための前記磁気ヘッドが、接触しながら情報を記録、再生することを特徴とする磁気記録装置。

50 【請求項34】請求項28に記載の磁気記録装置において、前記垂直磁気記録媒体と、情報を記録、再生するための前記磁気ヘッドが、近接して配置され情報を記録、

再生することを特徴とする磁気記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高密度磁気記録に適する磁性膜を備えた垂直磁気記録媒体及びそれを用いた磁気記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】情報化社会の発展を背景に、大量の情報を蓄積し、高速に入出力することのできる磁気記録装置への要求はますます高まり、より多くの情報をコンパクトに記録するために、記録密度の向上が望まれている。これに伴い、従来から用いられている面内磁気記録方式に代わる新たな記録方式として、垂直磁気記録方式が注目を集めてきた。垂直磁気記録は、記録媒体の表面に対して垂直方向に形成した磁化を記録単位とする記録方式で、磁化反転部分で反磁界の影響が小さくなるため、高密度記録に適していると考えられる。これは米国の磁気学会報 IEEE Transactions on Magnetics, MAG-13 (1977) 1272 頁に記載の S. Iwasaki らの論文に記述されている。この垂直磁気記録に用いる記録媒体は、媒体表面に垂直な方向に磁化容易軸を持ち、かつ大きな磁気異方性を持つ必要がある。このために、基板上に垂直磁化膜を形成した薄膜媒体の研究開発が行われてきた。

【0003】垂直磁気記録媒体の記録膜には、磁気異方性の大きいCo合金を用いることが、従来から検討されてきた。CoCr合金等のCo合金は、六方最密充填構造をもち、そのc軸を磁化容易軸とする一軸磁気異方性を示す。ガラスなどの非晶質基板の表面に、Co合金の薄膜を形成すると、原子の最稠密面である(0001)面が基板面に平行になりやすく、【0001】配向した多結晶薄膜が得られる。この膜は、垂直磁気異方性を示すが、垂直磁気記録媒体として用いるためには、さらに大きな磁気異方性を持たせることが必要であった。

【0004】ところが、上記のようなCo合金膜は、非晶質基板表面上での自由な核生成、成長の過程を経て形成されるので、磁化容易軸であるc軸の方向が、結晶粒ごとに異なり、膜全体である程度大きな分散を持っている。このため、磁気異方性の大きさが不十分であった。そこで、基板上に下地膜を設けて、Co合金磁性膜のc軸配向性を向上させる試みがなされてきた。その結果、Ti等の六方最密充填構造を持つ薄膜や、Ge等の非晶質薄膜を下地膜として用い、Co合金磁性膜の配向性を改善できることが報告されている。Ti下地膜に関しては、IEEE Transactions on Magnetics, MAG-19 (1983) 1644頁に記載の H. S. Gill らの論文に記述されている。Ge下地膜に関しては、IEEE Transactions on Magnetics, MAG-21 (1985) 1426頁に記載の M. Futamot

らの論文に記述されている。

【0005】ところが、このような方法で形成したCo合金磁性膜のc軸の分散の大きさも、十分小さいとはいえず、実際に高密度の記録再生を行った場合、大きな記録再生出力が得られず、記録密度を向上させることができなかった。

【0006】一方、薄膜の結晶配向性を制御する方法として単結晶基板上にエピタキシャル成長させる方法が一般に広く知られている。垂直磁気記録媒体の製造に単結晶基板を用いる方法の一例が特開昭57-44222号公報(特公昭63-19932号公報)、および特開平2-61819号公報に記載されている。また、表面に微細な突起を設けた単結晶基板を用いて形状による垂直磁気異方性を発現させた膜を製造する方法が特開昭63-288004号公報に記載されている。しかし、これらの方法では共に基板上に膜が明確な方位関係を保ってエピタキシャル成長しているわけではないため、結晶配向性が十分ではなかった。特に前者(特開昭57-44222号公報(特公昭63-19932号公報))では、基板から膜を剥離する工程が必要であり膜が壊れる可能性がある。単結晶基板を用いて光磁気記録媒体材料をエピタキシャル成長させる媒体製造方法が特開昭62-1154号公報、特開平1-140444号公報、および特開平5-36528号公報に記載されている。しかし、いずれも垂直磁気記録媒体に好適な媒体を提供するものではなかった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、上記の非晶質基板上に形成したCo合金膜に比べて、さらに結晶配向性に優れ、垂直磁気異方性の大きな、垂直磁気記録媒体を提供すること、及びそれを用いた磁気記録装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の構成の垂直磁気記録媒体は、(1)単結晶からなる基板と、基板上に形成されたCoまたはCoを主成分とする合金からなる垂直磁化膜と、垂直磁化膜上に形成された保護膜とからなる垂直磁気記録媒体であって、垂直磁化膜が基板面に対して垂直な磁化容易軸をもつようにエピタキシャル成長していること、(2)基板の表面は表面粗さRaの値が10nm以下の平坦度を有すること、(3)垂直磁化膜の各結晶粒に共通な特定の第1の結晶軸が基板面に垂直な方向に揃い、かつ第1の結晶軸に垂直であり、第1の結晶軸とは異なり各結晶粒に共通な第2の結晶軸が、基板面内の一方向に揃っていること、(4)基板面内の最近接原子間距離(a(基板)とする)と、垂直磁化膜の基板面に平行な膜面内の最近接原子間距離(a(垂直磁化膜)とする)とが、

$|a(\text{垂直磁化膜}) - a(\text{基板})| / a(\text{基板}) \geq 0.$

005

の関係満足すること、に特徴がある本発明の第2の構成の垂直磁気記録媒体は、(1)単結晶からなる基板と、基板上に形成された下地膜と、下地膜上に形成されたCoまたはCoを主成分とする合金からなる垂直磁化膜と、垂直磁化膜上に形成された保護膜とからなる垂直磁気記録媒体であって、下地膜が基板上に形成され、垂直磁化膜が基板面に対して垂直な磁化容易軸をもつように下地膜上にエピタキシャル成長していること、(2)基板の表面は表面粗さRaの値が10nm以下の平坦度を有すること、(3)下地膜の各結晶粒に共通な特定の第1の結晶軸が基板面に垂直な方向に揃い、かつ第1の結晶軸に垂直であり、第1の結晶軸とは異なり下地膜の各結晶粒に共通な第2の結晶軸が基板面内の一方向に揃い、かつ垂直磁化膜の各結晶粒に共通な特定の第3の結晶軸が基板面に垂直な方向に揃い、かつ第3の結晶軸に垂直であり、第3の結晶軸とは異なり垂直磁化膜の各結晶粒に共通な第4の結晶軸が基板面内の一方向に揃っていること、(4)基板面内の最近接原子間距離(a(基板)とする)と、下地膜の基板面に平行な膜面内の最近接原子間距離(a(下地膜)とする)と、垂直磁化膜の基板面に平行な膜面内の最近接原子間距離(a(垂直磁化膜)とする)との間に、

$$|a(\text{下地膜}) - a(\text{基板})| / a(\text{基板}) \geq 0.005$$

及び、好ましくは

$$|a(\text{垂直磁化膜}) - a(\text{下地膜})| / a(\text{下地膜}) \leq 0.25$$

の関係、さらに最も好ましくは

$$|a(\text{垂直磁化膜}) - a(\text{下地膜})| / a(\text{下地膜}) \leq 0.15$$

の関係があること、に特徴がある。

【0009】本発明の第1、第2の構成の垂直磁気記録媒体では、基板は、(1)結晶構造が六方晶系である、 $Al_2O_3$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $BeO$ 、 $ZnO$ 、及びこれらの化合物のいずれかを主成分とする材料からなる群から選ばれた一種の材料であり、その(0001)面が基板面に平行であること、(2)結晶構造が立方晶系である、 $MgO$ 、 $LiF$ 、 $SrTiO_3$ 、 $CaF_2$ 、 $BaF_2$ 、 $SiC$ 、 $Si$ 、 $Ge$ 、及びこれらの化合物のいずれかを主成分とする材料からなる群から選ばれた一種の材料であり、その(111)面が基板面に平行であること、

(3)軟磁性材料からなり、前記基板の結晶構造が六方晶系に属し(0001)面が基板面に平行であること、

(4)軟磁性材料からなり、基板の結晶構造が立方晶系に属し(111)面が基板面に平行であること、(5)

金属元素をMとすると、 $MO \cdot Fe_2O_3$ の化学式で表わされるフェライトからなり、金属Mは、Mn、Fe、Ni、Zn、Mg、及びこれらの元素のうちの少なくとも二つ以上の元素の混合物、からなる群から選ばれた少なくとも一つの材料からなること、(6)BaO・6F

$e_2O_3$ の化学式で表わされるフェライトであること、のいずれかを満足するものとする。なお、これら基板の表面に微細な起伏を設けた構成としてもよい。

【0010】さらに本発明の第1、第2の構成の垂直磁気記録媒体では、垂直磁化膜の結晶構造が六方最密充填構造であり、垂直磁化膜の配向方位が[0001]であることに特徴がある。

【0011】本発明の第2の構成の垂直磁気記録媒体では、下地膜は、(1)六方最密充填構造を有する材料からなり、Co、Hf、Mg、Os、Re、Ru、Ti、Zn、Zr、及びこれらの元素を主成分とする合金、からなる群より選ばれた少なくとも一種の材料で構成され、前記下地膜の配向方位が[0001]であること、(2)面心立方構造を有する材料からなり、Ag、Al、Au、Co、Cu、Ir、Ni、Pd、Pt、Rh、及びこれらの元素を主成分とする合金、からなる群から選ばれた少なくとも一種の材料で構成され、下地膜の配向方位が<111>であること、のいずれかを満足するものとする。

【0012】本発明の磁気記録装置は、上記で説明した第1、第2の構成による垂直磁気記録媒体、垂直磁気記録媒体を保持するための保持具、垂直磁気記録媒体に情報を記録、再生するための磁気ヘッド、磁気ヘッドと垂直磁気記録媒体の相対位置を移動させるための移動手段、及びこれら各部を制御するための制御手段から構成されることに特徴を有している。磁気ヘッドは、(1)情報を記録、再生するための薄膜リングヘッド、(2)情報を記録するための薄膜リングヘッド、及び情報を再生するための磁気抵抗効果型ヘッド、(3)情報を記録、再生するための単磁極ヘッド、(4)情報を記録するための単磁極ヘッド、及び情報を再生するための磁気抵抗効果型ヘッド、のいずれかの構成とする。

【0013】垂直磁気記録媒体と、情報を記録、再生するための磁気ヘッドが、接触しながら情報を記録、再生を行うか、または、垂直磁気記録媒体と、情報を記録、再生するための磁気ヘッドが、近接して配置され情報を記録、再生を行うことに特徴を有する。

【0014】

【作用】上記に説明した構成により、単結晶基板の表面に成膜した薄膜は、膜全体にわたって基板と特定の方位関係をもった膜となる。このような薄膜の成長はエピタキシャル成長と呼ばれる。エピタキシャル成長により得られた膜は、基板の結晶方位を受け継ぎ、極めて強い配向性を示す。本発明は、このエピタキシャル成長を利用しており、従来より強い配向性を持つ垂直磁化膜を得ることができる。そのために、基板には、六方晶系の結晶構造をもつ材料の(0001)面の単結晶基板、もしくは立方晶系の結晶構造をもつ材料の(111)面の単結晶基板を用いる。これら二つの基板面の原子配列は、材料によって原子間距離は異なるが、基本的に同じであ



る。図3に基板面の原子配列を模式的に示す。六方晶系あるいは立方晶系の結晶構造をもつ材料の膜を、これらの基板上に形成した場合、エピタキシャル成長が起こり、六方晶系の結晶構造をもつ材料の(0001)面もしくは立方晶系の結晶構造をもつ材料の(111)面が、基板面と平行になりやすい。垂直磁気記録媒体の記録膜として用いるCo合金は、六方最密充填構造をもつので、上記の基板上に形成すると、エピタキシャル成長して(0001)面が基板面に平行になり、[0001]配向を示す。基板と垂直磁化膜との方位関係は、六方晶系の結晶構造をもつ基板を用いた場合、

(0001)膜// (0001)基板

<112' 0>膜// <112' 0>基板

立方晶系の結晶構造をもつ基板を用いた場合は、

(0001)膜// (111)基板

<112' 0>膜// <11' 0>基板

となる。(なお、指数2'、1'は、指数-2、-1をそれぞれ示すものとする)こうして得られた垂直磁化膜は、従来より強いc軸垂直配向性を示す。

【0015】ところが、エピタキシャル成長した垂直磁化膜は、結晶方位が膜全体にわたって同じであるため、結晶粒のサイズが大きくなり、単結晶膜となる場合もある。その結果、保磁力が低下し、磁化の安定性が損なわれる。この問題を解決するため、本発明では、垂直磁化膜と基板の格子定数の差に着目した。すなわち、基板面内の最近接原子間距離をa(基板)で表し、垂直磁化膜の膜面内の最近接原子間距離をa(垂直磁化膜)で表すとき、関係式、

$$|a(\text{垂直磁化膜}) - a(\text{基板})| / a(\text{基板}) \geq 0.005$$

が成立していることが重要である。垂直磁化膜と基板の格子定数の差が0.5%以上あると、エピタキシャル成長した垂直磁化膜は単結晶にはならず、格子の不一致を緩和するために導入される結晶欠陥等で区切られたサブグレインを形成する。このような、サブグレインを微細に形成することで、保磁力を低下させることなく、配向性の強い垂直磁化膜を得ることができる。

【0016】基板と垂直磁化膜の格子定数の差を調整するために、基板と垂直磁化膜の間に適当な下地膜を設けてもよい。この場合、下地膜の材料は、その結晶構造がやはり六方晶系あるいは立方晶系に属するものを選択し、基板、下地膜、垂直磁化膜が一連のエピタキシャル方位関係を満たすようにする。この場合、基板と下地膜の格子定数の差を考慮し、基板面内の最近接原子間距離をa(基板)で表し、下地膜の膜面内の最近接原子間距離をa(下地膜)で表すとき、関係式、

$$|a(\text{下地膜}) - a(\text{基板})| / a(\text{基板}) \geq 0.005$$

が成立するように材料を選択するとよい。基板の格子定数よりも垂直磁化膜の格子定数に近い格子定数をもつ材

料を下地膜に用いた場合、下地膜を形成した段階で、結晶欠陥等が下地膜中に導入されてサブグレインが形成されるため、その上に形成した垂直磁化膜は、格子欠陥が少なく結晶性のよい膜が得られるという効果がある。逆に垂直磁化膜の格子定数よりも基板の格子定数に近い格子定数をもつ材料を下地膜に用いた場合、下地膜は単結晶状になるが、垂直磁化膜中にサブグレインが微細に形成されるという効果がある。このようにして得られた垂直磁気記録媒体は、強い結晶配向性と垂直磁気異方性を示し、従来に比べて高密度の垂直磁気記録が可能となる。

【0017】さらに、基板表面に微細な起伏、例えば、基板の円周方向に設けた深さ10nm以下の同心円状の溝や、無秩序に並んだ深さ10nm以下のくぼみ等、基板の表面粗さRaが10nm以下の範囲の種々の形態を有する微細な起伏を設けることにより、媒体表面とヘッド表面が接触した際の接触面積を減少させることができ、ヘッドと媒体の粘着が防止できる。また、垂直磁化膜の形成のさい、基板表面での原子の拡散距離が抑制されるので、薄膜の結晶核の生成密度が大きくなり、結晶粒やサブグレインが微細になるという効果を生成する。この起伏が大きい場合には、ヘッドと媒体の間のスペーシングを狭くしたときヘッドと媒体が衝突しやすくなること、磁性膜の表面に保護膜が均一に形成できず磁性膜が酸化されて特性の劣化につながることを、等が生じてしまう。

【0018】

【実施例】本発明の垂直磁気記録媒体の第1の実施形態は、図1に示すように、基板11と、この基板上に設けられた垂直磁化膜12と、この垂直磁化膜上に設けられた保護膜13とからなる垂直磁気記録媒体であって、基板が単結晶であり、垂直磁化膜12が上記基板11上にエピタキシャル成長していることが好ましい。すなわち、垂直磁化膜12の各結晶粒に共通な特定の結晶軸が基板面に垂直な方向に揃い、かつこの結晶軸に垂直で、各結晶粒に共通な別の結晶軸が、基板面内の一方向に揃っている。

【0019】本発明の垂直磁気記録媒体の第2の実施形態は、図2に示すように、基板21と、この基板上に設けられた下地膜22と、この下地膜上に設けられた垂直磁化膜23と、この垂直磁化膜上に設けられた保護膜24とからなる垂直磁気記録媒体であって、基板が単結晶であり、垂直磁化膜23が下地膜22上に、また下地膜22が基板21上に、それぞれエピタキシャル成長していることが好ましい。すなわち、下地膜22の各結晶粒に共通な特定の結晶軸が膜面方線方向に揃い、かつこの結晶軸に垂直で、各結晶粒に共通な別の結晶軸が基板面内の一方向に揃い、かつ垂直磁化膜23の各結晶粒に共通な特定の結晶軸が膜面方線方向に揃い、かつこの結晶軸に垂直で、各結晶粒に共通な別の結晶軸が基板面内の

一方向に揃っている。

【0020】第1、第2の実施形態においては、(1) 垂直磁化膜12及び23の材料を、CoまたはCoを主成分とする合金とすること、(2) 基板の表面は表面粗さRaの値が10nm以下の平坦度を有することが最も好ましく、(3) 基板面内の最近接原子間距離(a(基板)とする)と、垂直磁化膜の基板面に平行な膜面内の最近接原子間距離(a(垂直磁化膜)とする)と、下地膜の基板面に平行な膜面内の最近接原子間距離(a(下地膜)とする)とが、第1の実施形態では、

$$|a(\text{垂直磁化膜}) - a(\text{基板})| / a(\text{基板}) \geq 0.005$$

第2の実施形態では、

$$|a(\text{下地膜}) - a(\text{基板})| / a(\text{基板}) \geq 0.005$$

の関係をそれぞれ満足すること、が最も好ましい。

【0021】第1、第2の実施形態において、基板は、(1) 結晶構造が六方晶系である、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{BeO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、及びこれらの化合物のいずれかを主成分とする材料からなる群から選ばれた一種の材料であり、その(0001)面が基板面に平行であること、または、(2) 結晶構造が立方晶系である、 $\text{MgO}$ 、 $\text{LiF}$ 、 $\text{SrTiO}_3$ 、 $\text{CaF}_2$ 、 $\text{BaF}_2$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{Ge}$ 、及びこれらの化合物のいずれかを主成分とする材料からなる群から選ばれた一種の材料であり、その(111)面が基板面に平行であること、

(3) 金属元素をMとすると、 $\text{MO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ の化学式で表わされる立方晶系のスピネル構造の結晶構造を有する軟磁性材料であるフェライトの(111)面の単結晶からなり、金属Mは、 $\text{Mn}$ 、 $\text{Fe}$ 、 $\text{Ni}$ 、 $\text{Zn}$ 、 $\text{Mg}$ 、及びこれらの元素のうちの少なくとも二つ以上の元素の混合物、からなる群から選ばれた少なくとも一つの材料からなること、(4)  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ の化学式で示され、六方晶系のマグネトプランバイト構造を有するフェライトの(0001)面の単結晶とすること、が好ましい。なお、基板材料には、結晶構造が変化しない範囲で何らかの不純物が含まれていてもよい。基板としてはさらに上記した以外に、六方晶系の結晶構造を有する他の材料の(0001)面の単結晶基板、立方晶系の結晶構造を有する他の材料の(111)面の単結晶基板、立方晶系または六方晶系の結晶構造を有する他の軟磁性材料の単結晶基板を使用することができる。

【0022】第2の実施形態においては、下地膜の基板面に平行な膜面内の最近接原子間距離(a(下地膜)とする)と、垂直磁化膜の基板面に平行な膜面内の最近接原子間距離(a(垂直磁化膜)とする)とが、

$$|a(\text{垂直磁化膜}) - a(\text{下地膜})| / a(\text{下地膜}) \leq 0.25$$

の関係を満足することが好ましく、

$$|a(\text{垂直磁化膜}) - a(\text{下地膜})| / a(\text{下地膜}) \leq$$

0.15

の関係を満足することが最も好ましい。下地膜は、

(1) 六方最密充填構造を有する材料からなり、Co、Hf、Mg、Os、Re、Ru、Ti、Zn、Zr、及びこれらの元素を主成分とする合金、からなる群より選ばれた少なくとも一種の材料で構成され、前記下地膜の配向方位が〔0001〕であること、または(2) 面心立方構造を有する材料からなり、Ag、Al、Au、Co、Cu、Ir、Ni、Pd、Pt、Rh、及びこれらの元素を主成分とする合金、からなる群から選ばれた少なくとも一種の材料で構成され、前記下地膜の配向方位が<111>であること、が最も好ましい。以下に、本発明の代表的な実施例を図面を用いて詳細に説明する。

【0023】<実施例1>表面を鏡面研磨した直径1インチの $\text{Al}_2\text{O}_3$  (サファイア) 単結晶基板(面方位(0001)、平均面粗さ、 $R_a = 1\text{nm}$ )を用い、図4に示すような断面構造を持つ磁気記録媒体を、DCマグネトロンスパッタリング法によって作製した。単結晶基板41の両面に、Co合金磁性膜42、42'、カーボン保護膜43、43'をこの順序で形成する。なお、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  (サファイア) 単結晶基板は、六方晶系コランダム構造であり、Co合金磁性膜は六方最密充填構造である。Co合金磁性膜及びカーボン保護膜の成膜にはアルゴンガスを用い、ガスの圧力0.7Pa、基板温度250℃、成膜速度毎分50nmの条件で形成した。磁性膜の形成に用いるターゲットの組成はCo-15at.%Cr-5at.%Taとした。各膜の膜厚は、Co合金磁性膜が80nm、カーボン保護膜が10nmとした。上記の膜形成はすべて同一の真空槽内で真空を破ることなく連続して行った。得られたCo合金磁性膜の組成はターゲットの組成とほぼ同じ、 $\text{CoCr}_{15}\text{Ta}_5$ であり、最近接原子間距離は0.251nmである。

【0024】作製した試料の結晶配向をX線回折によって、磁気特性を試料振動型磁力計(VSM)を用いてそれぞれ測定した。X線回折では、基板の回折以外にはCo合金の0002回折ピークのみが観測され、この膜が〔0001〕配向していることがわかった。さらにX線極点図形の測定により、膜面内の結晶方位も強く配向していることがわかった。Co合金の0002回折ピークのロッキング曲線を測定したところ、本実施例の磁気記録媒体は、ガラス基板を用いて全く同様の条件で作製した磁気記録媒体と比較して、ロッキング曲線の半値幅が極端に減少しており、Co合金磁性膜の〔0001〕配向が著しく改善され、膜面垂直方向の保磁力は、12.0%向上した、1400(Oe)であった。

【0025】また、上記 $\text{Al}_2\text{O}_3$  (サファイア) 単結晶基板に代えて、いずれも六方晶系の結晶構造をもつCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BeO、ZnOの(0001)面の単結晶基板を用いたところ、いずれも上記と同様の改善効果が認められた。さらに、立方晶系のNaCl型結晶構造をもつM



gOをはじめ、いずれも立方晶系の結晶構造をもつLiF、SrTiO<sub>3</sub>、CaF<sub>2</sub>、BaF<sub>2</sub>、SiC、Si、Geの(111)面の単結晶基板を用いたところ、それぞれ上記と同様の改善効果が認められた。これらの得られた膜面垂直方向の保磁力を、基板の最近接原子間距離、ロッキング曲線の半値幅データとともに表1に示す。表1に示した膜面垂直方向の保磁力の大きさから見て、基板材料としてはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO、SrTiO<sub>3</sub>、O、Si等が、好ましい結果を与えている。なお、表\*

表1

基板	最近接原子間 距離 (nm)	X線ロッキ ング曲線の 半値幅 (度)	垂直方向 保磁力 (Oe)	ミスフ ット率 (%)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.4763	1.2	1400	89.8
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.4954	1.8	1280	97.4
BeO	0.2698	1.9	1290	7.5
ZnO	0.3250	1.8	1260	29.5
MgO	0.2979	0.9	1390	18.7
LiF	0.2848	1.8	1300	13.5
SrTiO <sub>3</sub>	0.2761	1.3	1350	10.0
CaF <sub>2</sub>	0.3853	1.5	1290	53.9
BaF <sub>2</sub>	0.4384	1.9	1260	74.7
SiC	0.3083	1.9	1280	22.8
Si	0.3540	1.3	1290	53.0
Ge	0.4000	1.2	1270	59.4
ガラス (比較例)	-----	8.7	1250	-----

【0027】〈実施例2〉表面を鏡面研磨した直径0.8インチのMgO単結晶基板（面方位(111)、表面更さ、Ra=1nm）を用い、図5に示すような断面構造を持つ磁気記録媒体を、DCマグネトロンスパッタリング法によって作製した。単結晶基板51の両面に、Cu下地膜52、52'、Co合金磁性膜53、53'、カーボン保護膜54、54'をこの順序で形成する。なお、MgO単結晶基板は、立方晶系のNaCl型結晶構造であり、Cu下地膜は面心立方構造、Co合金磁性膜は六方最密充填構造である。Cu下地膜、Co合金磁性膜、カーボン保護膜の成膜にはアルゴンガスを用い、ガスの圧力0.7Pa、基板温度250℃、成膜速度毎分50nmの条件で形成した。磁性膜の形成に用いるターゲットの組成はCo-12at.%Cr-10at.%Ptとした。各膜の膜厚は、Cu下地膜が20nm、Co合金磁性膜が100nm、カーボン保護膜が10nmとした。上記の膜形成はすべて同一の真空槽内で真空を破ることなく連続して行った。得られたCo合金磁性膜の組成はターゲットの組成とほぼ同じ、CoCr<sub>12</sub>Pt

\*1には、基板面内の最近接原子間距離をa（基板）、垂直磁化膜の膜面内の最近接原子間距離をa（垂直磁化膜）とすると、関係式、 $100 \times |a(\text{垂直磁化膜}) - a(\text{基板})| / a(\text{基板})$ で表したミスフィット率も示す。  
【0026】  
【表1】

であり、最近接原子間距離は0.255nmである。

【0028】作製した試料の結晶配向をX線回折によって、磁気特性を試料振動型磁力計（VSM）を用いてそれぞれ測定した。X線回折では、基板の回折とCuの111回折ピーク、Co合金の0002回折ピークが観測され、Cuが<111>配向、Co合金膜が〔0001〕配向していることがわかった。さらにX線極点図形の測定により、膜面内の結晶方位に関しても強く配向していることがわかった。Co合金の0002回折ピークのロッキング曲線を測定したところ、本実施例の磁気記録媒体は、ガラス基板を用いて全く同様の条件で作製した磁気記録媒体と比較して、ロッキング曲線の半値幅が大きく減少しており、Co合金磁性膜の〔0001〕配向が著しく改善され、膜面垂直方向の保磁力は13.8%向上した、1650（Oe）であった。

【0029】また、上記Cu下地膜に代えて、いずれも面心立方構造をもつAg、Al、Au、Ir、Pd、Pt、Rh、Pt-Rh合金の各下地膜を用いたところ、いずれも上記と同様の改善効果が認められた。さらにい

ずれも六方最密充填構造をもつHf、Mg、Os、Re、Ru、Ti、Zn、Zr、Ti-Zr合金の各下地膜を用いてもやはり上記と同様の効果があった。これら得られた垂直方向の保磁力の結果を、ロッキング曲線の半値幅データ、下地膜の最近接原子間距離データとともに表2に示す。基板がMgO単結晶基板（面方位（111））である場合には、表2に示した膜面垂直方向の保磁力の大きさから見て、下地材料としてはCu、Ti、Ru、等が、好ましい結果を与えている。表2には、基板面内の最近接原子間距離をa（基板）、垂直磁化膜の膜面内の最近接原子間距離をa（垂直磁化膜）、下地膜の基板面に平行な膜面内の最近接原子間距離をa（下地膜）とすると、関係式、

\*

$100 \times |a(\text{下地膜}) - a(\text{基板})| / a(\text{基板})$   
で表したミスフィット率1、及び  
 $100 \times |a(\text{垂直磁化膜}) - a(\text{下地膜})| / a(\text{下地膜})$

で表したミスフィット率2、をそれぞれ示す。

【0030】以上の各実施例で説明した方法により得られた垂直記録媒体を用いて、記録再生用磁気ヘッドに薄膜リングヘッドを用いた磁気記録装置、及び記録用に薄膜リングヘッドを用いた再生用に磁気抵抗効果型ヘッドを用いた磁気記録装置を作製した。

【0031】

【表2】

表2

下地膜	最近接原子間 距離 (nm)	X線ロッキ ング曲線半 値幅 (度)	垂直方向 保磁力 (Oe)	ミスフィ ット率1 (%)	ミスフィ ット率2 (%)
Cu	0.2556	1.2	1650	14.2	0.2
Ag	0.2889	1.6	1510	3.0	11.7
Al	0.2864	1.6	1580	3.9	11.0
Au	0.2884	1.8	1490	3.2	11.6
Ir	0.2715	1.3	1500	8.9	6.1
Pd	0.2751	1.3	1510	7.7	7.3
Pt	0.2774	1.2	1590	6.9	8.1
Rh	0.2689	1.5	1520	9.7	5.2
Pt-Rh	0.2727	1.4	1580	8.5	6.5
Hf	0.3197	2.1	1480	7.3	20.2
Mg	0.3209	2.3	1600	7.7	20.6
Os	0.2735	1.9	1480	8.2	6.8
Re	0.2781	1.5	1460	7.3	7.6
Ru	0.2704	1.3	1610	9.2	5.7
Ti	0.2950	1.3	1640	1.0	13.6
Zn	0.2665	1.7	1580	10.5	4.9
Zr	0.3232	1.9	1520	8.5	21.1
Ti-Zr	0.3125	1.8	1590	4.9	18.4
ガラス (比較例)	-----	7.9	1450	-----	-----

【0032】〈実施例3〉表面を鏡面研磨した直径0.8インチの(Mn, Zn)O・Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>単結晶基板（面方位（111）、表面粗さ、Ra=3nm）を用い、実施例1と同様に図4に示す断面構造を持つ磁気記録媒体を、DCマグネトロンスパッタリング法によって作製した。単結晶基板41の両面に、Co合金磁性膜42、42'、カーボン保護膜43、43'をこの順序で形成す

る。なお、(Mn, Zn)O・Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>単結晶基板は、立方晶系のスピネル構造であり、Co合金磁性膜は六方最密充填構造である。Co合金磁性膜、カーボン保護膜の成膜にはアルゴンガスを用い、ガスの圧力0.7Pa、基板温度250℃、成膜速度毎分50nmの条件で形成した。磁性膜の形成に用いるターゲットの組成はCo-16at.%Cr-6at.%Ptとした。各膜の

膜厚は、Co合金磁性膜が100nm、カーボン保護膜が10nmとした。上記の膜形成はすべて同一の真空槽内で真空を破ることなく連続して行った。得られたCo合金磁性膜の組成はターゲットの組成とほぼ同じ、CoCr<sub>11</sub>Pt<sub>8</sub>である。

【0033】作製した試料の結晶配向をX線回折によって測定した。Co合金が、膜面垂直方向に〔0001〕配向していることをX線回折で、膜面内の結晶方位に関しても強く配向していることをX線極点図形の測定により確かめた。Co合金の0002回折ピークのロックン

グ曲線の半値幅も、ガラス基板を用いた場合に比べて改善されていた。

【0034】このような垂直磁気記録媒体用いて、図6に模式的に示すような垂直磁気記録方式による磁気記録装置を作製した。垂直磁気記録媒体61は、モータにより回転する保持具により保持され、それぞれの各磁性膜に対応して情報の書き込み、読み出しのための磁気ヘッド62が配置されている。この磁気ヘッド62の磁気記録媒体61に対する位置をアクチュエータ63とボイスコイルモータ64により移動させる。さらにこれらを制

御するために記録再生回路67、位置決め回路66、イ\*ンターフェース制御回路67が設けられている。記録再生用磁気ヘッドに、いずれも単磁極ヘッドを用いた場合と、記録用単磁極ヘッド、再生用磁気抵抗効果型ヘッドの複合ヘッドを用いた場合に、いずれも、ガラス基板上に形成した媒体に比較して、高いS/N比で高密度の記録ができた。また、単磁極ヘッドにかえてリングヘッドを用いた場合にも同様の効果があった。

【0035】また、上記の基板に、いずれも立方晶系の結晶構造をもつ(Ni, Zn)O・Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、(Zn, Fe)O・Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、(Mg, Mn)O・Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、の各フェライト単結晶基板を用いたところ、いずれも上記と同様の改善効果が認められた。また、六方晶マグネトブラナイト構造をもつBaO・6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>単結晶基板(面方位(0001))を用いた場合も同様であった。これらの結果を、記録密度100KFCIでの相対S/N比(dB)として表3に示すが、S/N比から見て、(Mn, Zn)O・Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が好ましい結果を与えている。

【0036】

【表3】

表3

基板	記録密度100KFCIでの 相対S/N比(dB)
(Mn, Zn)O・Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.1
(Ni, Zn)O・Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.9
(Zn, Fe)O・Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.5
(Mg, Mn)O・Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.0
BaO・6Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.0
ガラス(比較例)	0.0

【0037】〈実施例4〉表面を鏡面研磨した直径0.8インチのSrTiO<sub>3</sub>単結晶基板(面方位(111))を用い、実施例2と同様に、図5に示すような断面構造を持つ磁気記録媒体を、DCマグネトロンスパッタリング法によって作製した。単結晶基板51の両面に、Ni下地膜52、52'、Co合金磁性膜53、53'、カーボン保護膜54、54'をこの順序で形成する。なお、SrTiO<sub>3</sub>単結晶基板は、立方晶系のペロブスカイト構造であり、Ni下地膜は面心立方構造、Co合金磁性膜は六方最密充填構造である。成膜に先立ち、基板の表面をアルゴンイオンによってスパッタリングし、平均の深さ約2nmの微細な起伏を形成した。Ni下地膜、Co合金磁性膜、カーボン保護膜の成膜にはアルゴンガスを用い、ガスの圧力0.7Pa、基板温度250℃、成膜速度毎分50nmの条件で形成した。磁性膜の形成に用いるターゲットの組成はCo-16at.%Cr-6at.%Ptとした。各膜の膜厚は、Ni下地膜が10nm、Co合金磁性膜が100nm、カ

ーボン保護膜が10nmとした。上記の膜形成はすべて同一の真空槽内で真空を破ることなく連続して行った。得られたCo合金磁性膜の組成はターゲットの組成とほぼ同じ、CoCr<sub>11</sub>Pt<sub>8</sub>である。

【0038】作製した試料の結晶配向をX線回折によって測定し、Co合金が、膜面垂直方向に〔0001〕配向し、膜面内の結晶方位に関しても強く配向していることを確かめた。この垂直磁気記録媒体を用いて、図6に模式的に示すような垂直磁気記録方式による磁気記録装置を作製した。磁気ヘッド62に、記録再生いずれも単磁極ヘッドを用いた場合と、記録用単磁極ヘッド、再生用磁気抵抗効果型ヘッドの複合ヘッドを用いた場合に、いずれも、ガラス基板上に形成した媒体に比較して、高いS/N比(相対S/N比で1.7dB向上)で高密度の記録ができた。さらに磁気ヘッド62と垂直磁気記録媒体61を接触させながら記録再生を行った場合、ガラス基板上に形成した媒体に比較して、より高いS/N比(2.0dB向上)が得られ、上記Ni下地膜に代え

て、いずれも面心立方構造をもつCo及びNi-Fe合金を用いた場合も同様により高いS/N比(1.8~2.2dB向上)が得られた。

【0039】

【発明の効果】本発明を用いれば、単結晶上のエピタキシャル成長により、極めて強い配向性をもち、大きな垂直磁気異方性を示す垂直磁化膜を備えた、高性能の垂直磁気記録媒体を提供することができ、高密度の垂直磁気記録が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態である垂直磁気記録媒体の断面構造を示す模式図。

【図2】本発明の第2の実施形態である垂直磁気記録媒体の断面構造を示す模式図。

【図3】本発明で用いる単結晶基板の、基板面における原子配列を示す模式図。

\*【図4】本発明の実施例1及び3の垂直磁気記録媒体の断面構造を示す模式図。

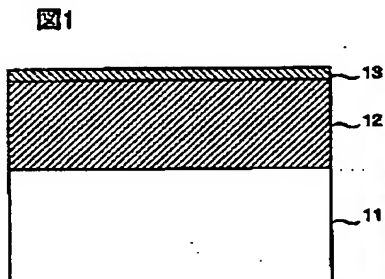
【図5】本発明の実施例2及び4の垂直磁気記録媒体の断面構造を示す模式図。

【図6】本発明の磁気記録装置の一実施形態を示す模式図。

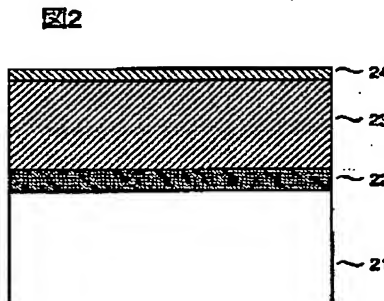
【符号の説明】

11、21、41、51…単結晶基板、12、23…垂直磁化膜、13、24…保護膜、22、52、52'…下地膜、42、42'、53、53'…Co合金磁性膜、43、43'、54、54'…カーボン保護膜、61…垂直磁気記録媒体、62…磁気ヘッド、63…アクチュエータ、64…ボイスコイルモータ、65…記録再生回路、66…位置決め回路、67…インターフェース回路。

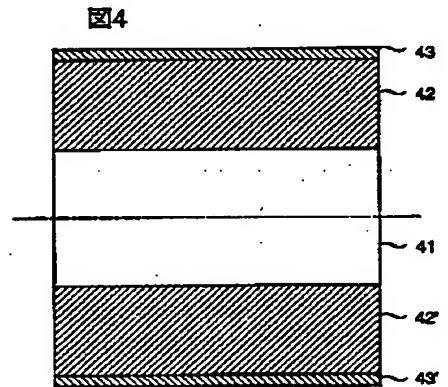
【図1】



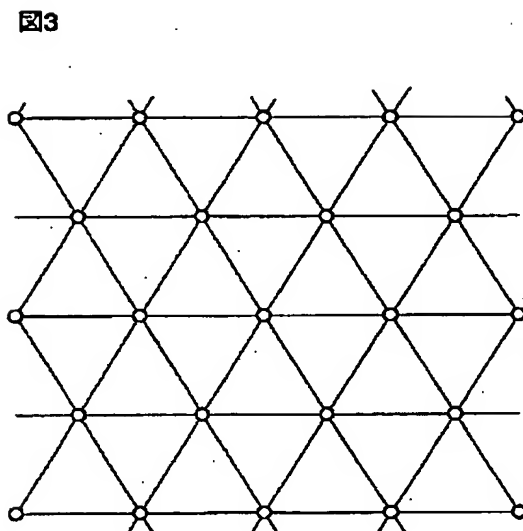
【図2】



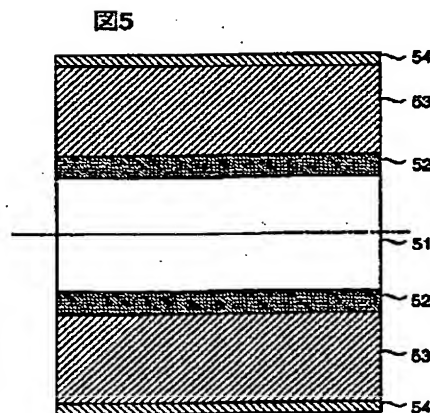
【図4】



【図3】

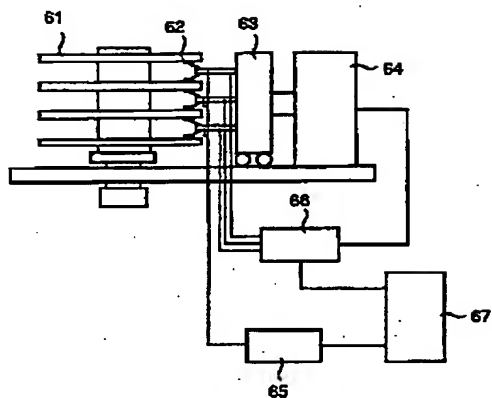


【図5】



【図6】

図6



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 幹夫  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 本多 幸雄  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(72)発明者 高山 孝信  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**